

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-009431

(43)Date of publication of application : 17.01.1991

(51)Int.Cl.

G06F 9/46

(21)Application number : 01-143115

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 07.06.1989

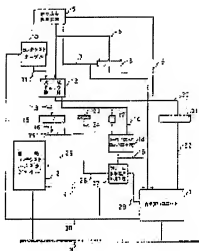
(72)Inventor : FUJITA TETSUYA

(54) INTERRUPTION PROCESSING SYSTEM

(57)Abstract:

PURPOSE: To reduce the saving/restoring overhead of a context at the time of interruption processing while suppressing the increment of hardwares by storing the context of a part of an interruption level defined by a processor in the processor.

CONSTITUTION: When an instruction circuit means 18 instructs a frame number selection control means 27 and an instruction execution unit 1 to restore a context from a memory area, the means 27 instructs a selection means 25 to select a frame number for a system mode. A program for saving/restoring contexts extracts a context from the memory in accordance with a context storing address 21 and loads the context. Consequently, overhead saving/restoring the context at the time of generating an interruption can be removed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平3-9431

⑤ Int. Cl.³

識別記号

庁内整理番号

④ 公開 平成3年(1991)1月17日

G 06 F 9/46

3 1 3 D

8945-5B

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑬ 発明の名称 割込み処理方式

⑭ 特 願 平1-143115

⑮ 出 願 平1(1989)6月7日

⑯ 発 明 者 藤 田 哲 也 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内

⑰ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目7番1号

⑱ 代 理 人 弁理士 芦 田 坦 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

割込み処理方式

2. 特許請求の範囲

1. プログラムの走行状態を記録するコンテキストを複数個保持できるレジスタ・ファイルと命令実行ユニットと前記命令実行ユニットのデコード指示に基づいて割り込みレベルが、走行中のプログラムの走行レベルより優先順位が高い際、割り込み許可信号と新しいプログラム走行レベルとを出力する割り込み調停回路手段を有するプロセッサにおいて、割り込みレベルで走行するプログラムのコンテキストが前記レジスタ・ファイルに常駐するか否かを示している常駐フラグと、該常駐フラグで常駐するとされたレベルに対してはそのコンテキストを前記レジスタ・ファイルのいずれのフレームに格納するかを示すフレーム番号が登録され、前記常駐フラグで非常駐と記されたレ

ベルに対してはそのコンテキストを格納しているメモリ領域を指すアドレスが登録されているコンテキスト・テーブルと、走行中のプログラムの走行レベルを保持し、その出力を前記割り込み調停回路手段及び前記命令実行ユニットに提供し、前記割り込み調停回路手段の出力する割り込み許可信号の指示で前記調停回路手段の出力するプログラム走行レベルを格納するカレント走行レベル・レジスタと、前記割り込み調停回路手段の出力するプログラム走行レベルと前記コンテキスト・テーブルの出力を入力として、前記コンテキスト・テーブルから走行レベルに対応したエントリを取り出し、エントリの常駐フラグとフレーム番号/アドレス部を出力し、さらに常駐フラグが常駐の時はそのエントリのフレーム番号を、非常駐の時はデフォルトとして0をフレーム番号として出力する常駐チェック回路手段と、前記常駐チェック回路手段の出力するフレーム番号を保持し、走行中のプログラムが参照しているフレーム番号としてその内容を入力するフレーム番号レジスタ

と、前記フレーム番号レジスタの出力及びシステムモード用に割り当てられている所定のフレーム番号とを入力としてそのうち一方を選択出力するフレーム番号選択手段と、前記常駐チェック回路手段の出力する常駐フラグを保持する常駐フラグレジスタと、前記常駐チェック回路手段の出力するフレーム番号/アドレス部を保持し、コンテキストの格納領域のメモリアドレスとしてその内容を前記命令実行ユニットに出力するコンテキスト・アドレスレジスタと、前記常駐チェック回路手段の常駐フラグを他のプログラム走行レベルの常駐/非常駐情報として入力し、前記常駐フラグレジスタを前記走行中のプログラム走行レベルの常駐/非常駐情報として入力して、プログラム走行レベルの変更に応じてコンテキストのセーブ/リストアを指示するセーブ/リストア指示回路手段と、前記セーブ/リストア指示回路手段及び前記命令実行ユニットからの指示を入力として前記フレーム番号選択手段に対して選択指示を出力するフレーム番号選択制御手段と、前記フレーム番号

選択制御手段に対して前記セーブ/リストア指示手段からのフレーム番号を選択するように指示するような効果を持つシステムモードリターン命令手段とを備えることを特徴とする割り込み処理方式。

3.発明の詳細な説明

「産業上の利用分野」

本発明はプロセッサの割り込み処理方式に関し、特に割り込み発生時にプログラムの走行状態を表すコンテキストをセーブ/リストアするオーバーヘッドを少なくするための割り込み処理方式に関する。

「従来の技術」

従来の割り込み処理方式では、割り込みが発生しプログラム走行レベルが変わる際、まずその時のプロセッサのレジスタの状態(コンテキスト)をプログラム走行レベルに対応したメモリ領域にセーブして、次に新しい走行レベルに対応したコンテキストをメモリからリストアしてくる。プロ

セッサのレジスタの数が増すにしたがってこのスイッチ時にプロセッサ、メモリ間で転送される情報量が多くなり、割り込み処理のオーバーヘッドが大きくなる。

また、割り込み処理の性能を上げるために、割り込みレベルの全てに対してコンテキストを格納できるレジスタ・セットを設けたプロセッサがあるが、プロセッサの定義する割り込みレベルが例えば64だと通常のプロセッサの64倍のハードウェア量をレジスタに割かなければならぬので、ハードウェア・コストが大きくなってしまい、一般にプロセッサでは、レジスタ部のハードウェア量は制御部のそれよりもずっと多く、膨大な数のレジスタを持ったプロセッサでは、チップの数が多くなってコンパクトな実装が困難となる。

「発明が解決しようとする問題点」

上述した従来の割り込み処理方式の場合、第1の方式では割り込み時のオーバーヘッドが大きくなり、通信制御など高いリアルタイム応答性が要求される分野ではその性能が問題になってくる。

この様なアプリケーションではその基本的な制御に割り込みのレベル制御を利用するので、その時のコンテキストのセーブ/リストアにかかる時間に対して厳しい性能が要求される。つまり、第1の方式ではオーバーヘッドが大きくなるという問題点がある。第2の方式では、そのハードウェア量が大きくなり、高価となるばかりでなく大型となってしまうという問題点がある。

「問題点を解決するための手段」

本発明の割り込み処理方式では、特定の限られた割り込みレベルに対してはプロセッサ内でそのコンテキストを保持することによって、プログラム走行レベルのスイッチを高速に処理することが出来る。

即ち、本発明の割り込み処理方式の構成は、マイクロプロセッサ、特にマイクロプログラムに依らないハードワイアードなマイクロプロセッサで、汎用レジスタ、プログラム・カウンタ、ステータスレジスタ等のプログラムの走行状態を記録するコンテキストを複数個保持できるレジスタ・フ

ファイルと命令実行ユニットとを含んだ構成をとるマイクロプロセッサで、上記命令実行ユニットのデコード指示を契機に、保留中の最も優先順位の高い割り込みレベルが、現在走行中のプログラムの走行レベルより優先順位が高い時に、割り込み許可信号と新しいプログラム走行レベルとを出力する割り込み調停回路手段を有するプロセッサに於て、特殊なソフトウェア命令によって値の設定可能なテーブルで、各エントリがハードウェアの定義している割り込みレベルに対応していて、その割り込みレベルで走行するプログラムのコンテキストが上記レジスタ・ファイルに常駐するか否かを示している常駐フラグと、常駐フラグで常駐すると記されたレベルに対してはそのコンテキストを上記レジスタ・ファイルのどのフレームに格納するかを表すフレーム番号が、常駐フラグで非常駐と記されたレベルに対してはそのコンテキストを格納しているメモリ領域を指すアドレスを登録されているコンテキスト・テーブルと、現在走行中のプログラムの走行レベルを保持し、その出

記常駐チェック回路手段の出力する常駐フラグを保持する常駐フラグ・レジスタと、上記常駐チェック回路手段の出力するフレーム番号/アドレス部を保持し、コンテキストの格納領域のメモリアドレスとしてその内容を前記命令実行ユニットに出力するコンテキスト・アドレス・レジスタと、上記常駐チェック回路手段の常駐フラグをこれから移ろうとする新しいプログラム走行レベルの常駐/非常駐情報として入力し、上記常駐フラグ・レジスタをいままで走っていたプログラム走行レベルの常駐/非常駐情報として入力して、プログラム走行レベルの変更に際してコンテキストのセーブ/リストアを指示するセーブ/リストア指示回路手段と、上記セーブ/リストア指示回路手段及び前記命令実行ユニットからの指示を入力として前記フレーム番号選択手段に対して選択指示を出力するフレーム番号選択制御手段と、ソフトウェア命令で、システムモードからユーザモードに戻ることを指示する命令で、前記命令実行ユニットがこの命令をアコードした結果、上記フレーム

力を上記割り込み調停回路手段及び前記命令実行ユニットに提供し、上記割り込み調停回路手段の出力する割り込み許可信号の指示でその調停回路手段の出力するプログラム走行レベルを格納するカレント走行レベル・レジスタと、上記割り込み調停回路手段の出力するプログラム走行レベルと上記コンテキスト・テーブルの出力を入力として、上記コンテキスト・テーブルから走行レベルに対応したエントリを取り出し、エントリの常駐フラグとフレーム番号/アドレス部を出力し、さらに常駐フラグが常駐の時はそのエントリのフレーム番号を、非常駐の時はデフォルトとして0をフレーム番号として出力する常駐チェック回路手段と、上記常駐チェック回路手段の出力するフレーム番号を保持し、現在走行中のプログラムが参照しているフレーム番号としてその内容を出力するフレーム番号レジスタと、上記フレーム番号レジスタの出力及びシステムモード用に割り当てられている特別なフレーム番号とを入力としてそのうち一方を選択出力するフレーム番号選択手段と上

番号選択制御手段に対して上記セーブ/リストア指示手段からのフレーム番号を選択するように指示するような効果を持つシステムモードリターン命令手段を特徴としている。

「実施例」

次に、本発明について実施例によって説明する。

第1図を参照して、1は命令実行ユニットで、複数コンテキスト・レジスタ・ファイル2と内部バス3で接続されている。4はレジスタ番号指示伝達手段で、命令実行ユニット1からファイル2に対してレジスタ番号を示す。5は割り込み調停回路手段で、カレント走行レベル・レジスタ8の出力を入力として、プロセッサ内外の割り込み要求を基にレベル・スイッチを行うべきタイミングを検出して、変更する新しいプログラム走行レベル及び割り込み指示を新プログラム走行レベル伝達手段6と割り込み許可信号手段7で出力する。9はカレント走行レベル信号手段で、現在のプログラム走行レベルを命令実行ユニット1と割り込み調停回路手段5に伝える。10はコンテキスト・

テーブルで、全ての割り込みレベルに対して常駐／非常駐の区別と、対応するレジスタ・ファイルのフレーム番号またはコンテキスト格納領域のメモリアドレスを格納している。例えばレジスタ・ファイル2が第2図の様に4個のフレームから成り、割り込みレベルが0～63の64レベルあるとすると、コンテキスト・テーブルは第3図の様に31行、31列のマトリクスで表し、31行は常駐フラグを表し、31列はコンテキスト格納アドレスまたはフレーム番号を表す。

第1図に戻って、11はテーブル出力信号で、12は常駐チェック回路手段を表す。常駐チェック回路手段12はレベル番号6をインデックスとしてテーブル10をひき、該当するエントリのフレーム番号／コンテキスト格納アドレスと常駐フラグを、それぞれコンテキスト格納アドレス出力手段29と常駐フラグ指示伝達手段14で出力する。さらに常駐チェック回路手段12はテーブルから取り出されたエントリの常駐フラグの値に従い、フラグが常駐の時はエントリのフレーム番号

を非常駐の時はデフォルトとして0を、フレーム番号出力手段13でフレーム番号レジスタ15に出力する。16はフレーム番号指示伝達手段で、フレーム番号選択手段25にフレーム番号を出力する。選択手段25のもう一方の入力はシステムモード用に予め割り当てられたフレーム番号で、23がこのフレーム番号を生成するシステムフレーム番号生成手段で、24がこのフレーム番号を選択手段25に伝えるシステムフレーム番号伝達手段である。選択手段25の出力は選択フレーム番号指示手段26によってレジスタ・ファイル2に伝達されて、このフレーム番号とレジスタ番号4の組でレジスタ・ファイル2のフレームと其中的のレジスタがリード、ライトの対象として指定される。17は常駐フラグ・レジスタで、常駐フラグ指示伝達手段14の内容を格納する。18はセーブ／リストア指示回路手段で、プログラム走行レベルが変更されるときに、常駐フラグ指示伝達手段14と常駐フラグ・レジスタ17を基にコンテキストのセーブ、リストアの指示をフレーム

番号選択制御手段27とユニット1に対してセーブ／リストア指示伝達手段19を介して伝える。

制御手段27は、伝達手段19及び命令実行ユニット1からの選択指示伝達手段29を入力として、選択手段25の選択制御信号28を選択手段25に対して出力する。21はコンテキスト格納アドレスレジスタで、格納アドレス伝達手段22はこのレジスタの内容を命令実行ユニット1に伝達する。30は命令実行ユニット1からコンテキスト・テーブル10の内容をアクセスするためのテーブルアクセス手段である。

ここで、レジスタ・ファイルが第2図の様に4個のフレームから成っているとすると、それぞれをフレームF0、F1、F2、F3と呼ぶ。そしてコンテキストテーブルは、第3図の様に常駐フラグ(31)とフレーム番号／格納アドレス部(32)から構成されている。レベル62、63は常駐として定義され、常駐フラグ31の部分にはそれぞれフレームF1、F2が割り当てられていて、それ以外のレベルは非常駐で、対応するコンテキスト

が格納されているアドレスが、エントリの32の部分に登録されている。また、非常駐のレベルはフレームF0を使い、システムモードではフレームF3が使われるとする。コンテキストテーブルの内容は、特殊なソフトウェア命令で更新できる。

レベル63でユーザプログラムが実行中と仮定すると、レジスタ8はレベル63でレジスタ15は"2"を指定している。また、制御フリップフロップ17は常駐の意味の"1"を示している。この時、命令実行ユニット1はフレームF2のレジスタのみを参照できる。

この状態で、仮にレベル62の割り込みがあったとする。現在の走行レベルも新しい割り込みレベルも常駐なので、この時のレベル・スイッチではコンテキストのセーブ、リストアは共に必要ない。従って指示回路手段18はセーブ、リストアを指示せず、走行レベル8は62となり、フレーム番号15は"1"となる。この時割り込み処理ルーチンはセーブ、リストアすることなく、それ以降自動的に命令実行ユニット1はフレームF1の

レジスタを参照する。この様に、常駐レベル間のレベル・スイッチではオーバ・ヘッドがゼロとなる。

次に、レベル10の割り込みがあったとする。レベル10は第3図に示すように非常駐である。この時は、走行レベル9は"10"となり、フレーム番号15は"0"となる。そして指示回路手段18はレベル10のコンテクストをメモリ領域からリストアップしてくることをフレーム番号選択制御手段27及び命令実行ユニット1に指示する。これにより選択制御手段27は選択手段25に対してシステムモード用のフレーム番号を選択するように指示を出す。コンテクストをセーブ／リストアップするプログラムは、フレームF3を使いながら、コンテクスト格納アドレス21に従い、レベル10のコンテクストをメモリから取り出してフレームF0にロードする。このコンテクストのセーブ／リストアップ用のプログラムの最後で、システムモードリターン命令が実行されると、レジスタ15の内容のフレームF0が選択されて、以降は

また、本発明ではプロセッサに常駐させる割り込みレベルを特殊なソフトウェア命令で指定できるので、アプリケーションに応じて頻繁に使うレベルを常駐に割り当てていくことで、レジスタ・ファイルのフレームの有効活用を計ることが出来る。一般に、与えられた全ての割り込みレベルを使いアプリケーション・プログラムは希で、本発明のようにある限られたレベルに対してのみ常駐をサポートすることは合理的と思われる。特に常駐のレベル間でのコンテクスト・スイッチではセーブ／リストアップは不要なので、きわめて高速にその割り込み処理を行うことが出来る。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例を示すブロック図、第2図は複数コンテクスト・レジスタ・ファイルの構成例を示す図、第3図はコンテクスト・テーブルの一例を示す図、第4図はセーブ／リストアップ指示回路手段の動作を現在のプログラム走行レベルと新しいプログラム走行レベルとの組合せで

今ロードされてきたフレームF0のコンテクストに従ってレベル10に対応したプログラムが実行される。レベル62は常駐なので、レベル・スイッチ前のプロセッサの状態はメモリにセーブする必要はない。この場合でも、通常のプロセッサに比べれば半分のオーバ・ヘッドでレベルの切り替えが行われる。

以上説明した様に、セーブ／リストアップ指示回路手段18の動作はレベル・スイッチ前後のプログラム走行レベルで第4図に示すように動作指示を命令実行ユニット1とフレーム番号選択制御手段27に対して行う。

「発明の効果」

以上説明したように、本発明ではプロセッサで定義している割り込みレベルの一部に対してはそのコンテクストをプロセッサ内部に保持するようにしているからハードウェアの増加を抑えながら割り込み処理時のコンテクストのセーブ／リストアップのオーバ・ヘッドを小さくできるという効果がある。

示す図である。

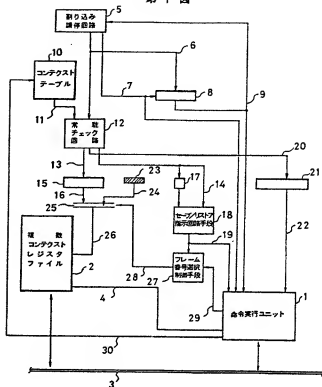
1：命令実行ユニット、2：複数コンテクスト・レジスタ・ファイル、3：内部バス、4：レジスタ番号指示伝達手段、5：割り込み調停回路手段、6：新プログラム走行レベル伝達手段、7：割り込み許可信号手段、8：カレント走行レベル・レジスタ、9：カレント走行レベル信号手段、10：コンテクスト・テーブル、11：テーブル出力信号、12：常駐チェック回路手段、13：フレーム番号出力手段、14：常駐フラグ指示伝達手段、15：フレーム番号レジスタ、16：フレーム番号指示伝達手段、17：常駐フラグ・レジスタ、18：セーブ／リストアップ指示回路手段、19：セーブ／リストアップ指示伝達手段、20：コンテクスト格納アドレス出力手段、21：コンテクスト格納アドレスレジスタ、22：格納アドレス伝達手段、23：システムフレーム番号生成手段、24：システムフレーム番号伝達手段、25：フレーム番号選択手段、26：選択フレーム番号伝達手段、27：フレーム番号選択制御手段、28

：フレーム番号選択指示信号，29：選択指示依
 達手段，30：コンタクトテーブルアクセス手
 段，31：常駐フラグ，32：フレーム番号／格
 納アドレス部。

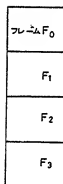
代理人 (7783) 井理士 池田 憲保



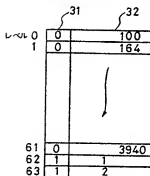
第 1 図



第 2 図



第 3 図



第 4 図

スイッチ 前の スイッチ 後の レベル	常 駐	非 常 駐
	save, restore は不要	save 行う
常 駐	restore 行う	save, restore ともに行う